

## NUTRICION Y ALIMENTACION DE PECES

María Cristina Espinoza Espinal Seleccionar fecha

Área de Nutrición y alimentación

Managua, Noviembre de 2007



## Índice

I Introducción .....	3
II. Qué es la nutrición? .....	3
III. Nutrientes.....	3
3.1 Proteínas .....	4
3.2 Lípidos .....	6
3.3 Carbohidratos .....	8
3.4 Vitaminas.....	9
3.5 Minerales .....	11
IV Energía.....	12
4.1 Factores que influyen en el requerimiento energético de peces .....	12
4.2 Diagrama de transformación y pérdida de energía en los peces.....	13
V Estrategias de alimentación .....	14
5.2 Alimentación con dietas suplementarias - Cultivo semi-intensivo .....	15
5.3 Alimentos suplementarios .....	15
5.4 Alimentación con dietas completas- Cultivo intensivo. ....	15
VI Formulación .....	17
6.1 Métodos mas usados para balancear proteína.....	17
6.2 Ejemplo de balance de un alimento.....	17
6.3 Cálculos .....	18
VII Manejo y Almacenamiento del Alimento .....	19
7.1 Chequeo de la Calidad del Alimento.....	19
7.2 Guías para Mantener la Calidad del Alimento: .....	19
VIII Bibliografía.....	19

## **I Introducción**

En los cultivos acuícola la nutrición es uno de los aspectos mas importantes ya que de ella depende el éxito de una producción, por lo que alimento suministrado debe proporcionar los nutrientes necesarios tanto en cantidad como en calidad, a partir de estos los organismos obtienen la energía y proteínas necesarias para el crecimiento, mantenimiento y producción.

Es importante proporcionar una alimentación completa nutricionalmente en las primeras etapas de desarrollo de los organismos, ya que requieren consumir los nutrientes necesarios para desarrollar todo su potencial genético, de esta etapa depende en gran medida las características físicas. En términos de alimentación el no proporcionar los nutrientes necesarios para desarrollar dicho potencial genético en las diferentes etapas de desarrollo larval, provocará que este no sea completo. Debe entenderse que este proceso es irreversible y que el animal no podrá desarrollarse plenamente aun cuando se le proporciona una mayor cantidad de nutrientes en etapas posteriores Báez *et al*, 1993; citado por Martínez, 1993).

## **II. Qué es la nutrición?**

La nutrición es el proceso químico y biológico a través del cual los organismos adquieren los nutrientes necesarios para sus funciones de crecimiento y desarrollo, lo cual implica ingestión y transporte de nutrientes.

**Qué es la ingestión?** es introducir por la boca el alimento.

**Qué es la digestión?** es el proceso de descomposición mecánica y solubilidad de los nutrientes, se da a nivel del estomago.

**Qué es absorción?** es el paso de las sustancias nutritivas al interior de las células, la absorción se lleva a cabo en el intestino.

**Qué es remoción de desechos?** es la excreción o eliminación de los residuos indigeridos.

## **III. Nutrientes**

Los nutrientes son compuestos químicos que proporcionan sustancias necesarias para el buen desarrollo de todos los organismos vivos.

Estos compuestos tienen diferentes funciones en los organismo, los requerimientos de cada uno de nutrientes varía dependiendo de la etapa de desarrollo por la que atraviesa el organismo.

### **Como se dividen los nutrientes**

Los nutrientes se dividen en dos grupos principales:

**Los macronutrientes que incluyen:** a las proteínas, lípidos y carbohidratos.

**Los micronutrientes en los que se incluye:** a las vitaminas y minerales .

### 3.1 Proteínas

Las proteínas son compuestos formados por carbono, hidrógeno, nitrógeno y azufre. Siendo su principal componente los aminoácidos.

#### Existen aminoácidos esenciales y no esenciales

**Aminoácidos esenciales:** Son los que el organismo no es capaz de sintetizar, por lo que deben formar parte de los alimentos que consumen los peces, estos y son utilizados para el crecimiento óptimo.

**Aminoácidos no esenciales:** son fácilmente sintetizados por el organismos de los peces y crustáceos.

**Tabla No. 1 Lista de aminoácidos esenciales y no esenciales en peces**

<b>Aminoácidos Esenciales</b>	<b>Aminoácidos no esenciales</b>
Arginina *	Alanina
Histidina	Asparagina
Isoleucina	Acido aspártico
Leucina	Acido glutámico
Lisina *	Glutamina
Metionina *	Cistina (cubre 50% Metionina)
Fenilalanina	Tirosina (cubre 30% Fenilalanina)
Treonina	Glicina
Triptófano	Prolina
Valina	Serina
* aminoácidos mas críticos	

**Tabla No. 2 Niveles generales de proteína recomendados en la dieta de peces carnívoros y Omnivoros (Tacon 1987)**

<b>Clasificación</b>	<b>Peso (G)</b>	<b>Carnívoros % proteína</b>	<b>Omnivoros % de proteína</b>
Larva	0 –0.5	52	42
Alevin	0.5 -10	49	39
Juvenil	10 – 50	47	37
Crecimiento	> 50	45	35
Reproductor	> 300	47	37



**Nivel optimo de proteína**

El nivel de óptimo de proteína en la dieta puede variar desde un 30 – 45% y está influenciado por los siguientes factores.

**Tamaño del pez:** El pez como todo los animales, requieren niveles mas altos de proteína durante las primeras etapas de su vida que durante las fases mas tardías de crecimiento.

**Función fisiológica:** Se necesita menos proteína en una dieta de mantenimiento que en una que se da para un aumento rápido de crecimiento.

**Calidad de proteína:** Una proteína que esté deficiente en uno o mas de los 10 aminoácidos esenciales, producirá menos crecimiento que una proteína que está balanceada en los aminoácidos.

**Energía proveniente de la proteína de la dieta:** Si la dieta es deficiente en energía, el pez usará parte de la proteína para cubrir sus necesidades, reduciendo de esta manera, la cantidad de proteína presente en la dieta de crecimiento.

**Alimento natural:** Si los organismos acuáticos naturales contribuyen significativamente en la alimentación diaria del pez, el nivel de proteína en la dieta preparada puede ser reducido.

**Economía:** El costo y disponibilidad de las fuentes de proteína son un factor principal en la determinación de la proteína que se utilizará en las dietas.

El contenido y la calidad de las proteínas determina el valor nutricional en una dieta y el costo de la misma.

**Funciones de las proteínas**

La proteína es el componente básico de los tejidos animales y es por ello esencial para el mantenimiento, crecimiento y formación de tejidos

- 1- Actúan como enzimas, hormonas, anticuerpos y otros compuestos orgánicos.
- 2- Reponer tejido gastado y productos proteicos como células del epitelio intestinal.
- 3- Suministran aminoácidos esenciales y no esenciales para el metabolismo digestivo.

**Fuentes de proteína**

Las principales fuentes de proteínas de los alimentos artificiales consumidos por los camarones y peces puede ser aportada por una gran variedad de ingredientes ya sea de origen animal o vegetal siendo la de origen como:

- harina de pescado,
- harina de camarón
- pasta de soya
- harina de trigo
- maíz

**Requerimiento de proteína:** Nivel proteico mínimo para obtener el máximo crecimiento.

Requerimientos de Proteína en Peces: Puede estar entre 20 – 69%

#### **Características**

- 1- Es alto si se compara con animales terrestres
- 2- Este alto requerimiento está basado en las diferencias metabólicas relacionadas con la energía.
- 3- En peces y crustáceos las proteínas puede ser con fines energéticos.

### **3.2 Lípidos**

Son encontrados tanto en tejidos vegetales como animales, se caracterizan por ser relativamente insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos y están compuestos por ácidos grasos.

**Ácidos grasos.** Existen ácidos grasos esenciales y no esenciales.

**Ácidos grasos esenciales:** Son los que el organismo no es capaz de sintetizar, por lo que deben formar parte de los alimentos que consumen.

**Ácidos grasos no esenciales:** Son sintetizados por los peces.

#### **Requerimiento de lípidos**

Muchas dietas para peces contienen de 10 a 20% de lípidos. Porcentajes mayores al 10% disminuyen el tiempo de almacenamiento del alimento debido a que se oxidan por la acción de la luz y calor. Gunther, sin fecha.

#### **Función general**

1) Los lípidos son una fuente importante de energía metabólica. De todos los nutrientes, los lípidos son los compuestos más energéticos.

**Tabla No. 3 Valor energético global comparativo**

Lípidos	9.5 Kcal/g
Proteínas	4.1 Kcal/g
Carbohidratos	4.1 Kcal/g

2) Los lípidos sirven como vehículo biológico en la absorción de vitaminas liposolubles A, E, E y K.

3) Son fuente de ácidos grasos esenciales, mismo que son indispensables para el mantenimiento e integridad de las membranas celulares.

4) Se considera que los lípidos juegan un papel importante como colchón mecánico para el soporte de los órganos vitales.

5) Le dan palatabilidad al alimento balanceado.

### **Grasas y aceites**

En los vegetales la energía es almacenada en forma de almidón, mientras que en los animales es en forma de glicógeno; sin embargo, tanto en vegetales como animales también puede ser almacenada en forma más compacta, como grasas o aceites.

En los vegetales las grasas o aceites son formados a partir de los carbohidratos (por ejemplo en las plantas conforme maduran las semillas, su contenido de grasa aumenta).

En los animales las grasas pueden formarse también a partir de carbohidratos (por ejemplo. al engordar un cerdo a base de un alimento que en su mayoría está constituido por carbohidratos). Sin embargo a diferencia de los vegetales, los animales también pueden acumular grasa en su cuerpo a partir de a grasa ingerida.

### **La diferencia entre las grasas y aceites**

Los aceites tienen un estado líquido a temperatura ambiente.

Las grasas son semi- sólidas a temperatura ambiente.

### **Patologías causadas por lípidos**

#### **Deficiencias de ácidos grasos esenciales**

Al alimentar los peces con dietas experimentales deficientes en ácidos grasos esenciales (AGE), se observó una disminución en el crecimiento y sobrevivencia.

Las deficiencias de AGE, generalmente se deben a una formulación deficiente.

**Tabla No. 4 signos de deficiencia por ausencia de ácidos grasos esenciales**

<b>Especie</b>	<b>Signos de deficiencia por AGE</b>
Carpa común ( <i>C. carpio</i> )	Mortalidad elevada; hígado graso
Anguila ( <i>A.japonica</i> )	Mortalidad elevada
Tilapia ( <i>O. niloticus</i> )	Hígado hinchado y pálido, hígado graso

### **Oxidación de lípidos en el alimento**

En ausencia de una adecuada protección por algún agente antioxidante, los lípidos son muy propensos a la auto-oxidación al quedar expuestos al oxígeno atmosférico. Bajos esas condiciones, el beneficio nutricional de los ácidos grasos esenciales, es de hecho perjudicial a la salud de los peces. Los ingredientes alimenticios ricos en ácidos grasos que son particularmente susceptibles de sufrir daño de oxidación lipídica (rancidez oxidativa)



incluye aceite de pescado, harina de pescado, salvado de arroz y pastas de oleaginosas, conteniendo poco ó ningún agente antioxidante natural.

Durante el proceso de auto-oxidación lipídica, se forman productos a raíz de la degradación química, incluyendo radicales libres, peróxidos, hidroxiperóxidos, aldehídos y cetonas; los cuales reaccionan con otros ingredientes en la dieta (vitaminas, proteínas y otros lípidos) disminuyendo su valor biológico y disponibilidad durante la digestión.

Actualmente, la rancidez oxidativa es considerada como uno de los principales cambios deteriorativos, que tienen lugar en las materias alimenticias almacenadas. (Cockerell, Francis y Halliday, 1972; Chow, 1980), citado por Tacon 1989.

Se han reportado numerosos signos anatómicos patológicos en peces, alimentados con raciones conteniendo aceites de peces/vegetales oxidados, carentes de la protección de algún antioxidante (Vitamina E)

**Tabla No. 5 Patologías causadas por lípidos oxidados**

<b>Especie</b>	<b>Efectos patológicos del aceite de pescado oxidado</b>
Tilapia ( <i>O. niloticus</i> )	Marcada congestión, con alguna hemorragia en los vasos dérmicos localizados alrededor del hocico y en la base de las aletas pectoral/dorsal, lordosis, hinchazón abdominal (edema) cataratas, colapso orbital, obscurecimiento del hígado, marcada distensión del conducto biliar, estéatitis de toda la grasa abdominal en contacto con el tejido, depósito ceroides intracelulares en hígado, bazo, riñón y corioideo, aumento en la mortalidad.

### 3.3 Carbohidratos

Después de las proteínas y lípidos, los carbohidratos representan el tercer grupo de compuestos orgánicos más abundantes en el cuerpo animal. En contraste, los carbohidratos constituyen los nutrientes orgánicos principales del tejido vegetal.

No se ha establecido un requerimiento absoluto de carbohidratos en la dieta. A diferencia de los lípidos y proteínas, para los cuales ya se han establecido requerimientos dietéticos específicos. En gran medida esto se debe a:

- 1) Los hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros de la mayoría de las especies de peces de cultivo.
- 2) La habilidad de los peces para satisfacer sus requerimientos energéticos a partir del catabolismo únicamente de proteínas y lípidos, si es necesario.



## **Funciones**

- 1) A pesar de que los carbohidratos pueden ser considerados nutrientes no esenciales en la dieta, su inclusión en las dietas de engorda es importante debido a:
- 2) Representan una fuente económica de energía dietética muy valiosa para aquellas especies de peces no carnívoras.
- 3) Su uso cuidadoso en dietas para engorda puede representar un ahorro en referente a la utilización de la proteína, insumo más valioso para el crecimiento en lugar de fuente de aprovisionamiento energético (procedimiento denominado “sustituto proteínico”).
- 4) Al ser empleados como ligantes sirven como constituyentes dietéticos esenciales, para la elaboración de dietas estables en el agua (por ejemplo: almidón gelatinizado, alginatos, gomas).
- 5) Ciertas fuentes de carbohidratos sirven como constituyentes dietéticos que aumentan la palatabilidad del alimento y disminuyen el contenido de polvo el alimento terminado (por ejemplo melaza de caña).

## **3.4 Vitaminas**

Son compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal.

Las vitaminas difieren de los otros nutrientes principales (proteínas, lípidos y carbohidratos) en que éstas no están químicamente relacionadas unas con otras, existen en cantidades muy pequeñas dentro de las materias alimenticias de origen animal y vegetal y son requeridas por los animales en cantidades traza o en pequeñas cantidades.

### **Clasificación de las proteínas**

Las vitaminas pueden clasificarse en dos grandes grupos, dependiendo de su solubilidad en:

#### **Vitaminas hidrosolubles**

#### **Vitaminas liposolubles**

#### **Vitaminas hidrosolubles**

Las vitaminas hidrosolubles no son almacenadas en cantidades significativas en el tejido del pez; así, en ausencia de un suministro regular de vitaminas hidrosolubles, las reservas corporales son rápidamente agotadas. Por lo cual no es probable que se presente una toxicidad por este grupo de vitaminas.

#### **Vitaminas liposolubles**

Como su nombre lo indica, las vitaminas liposolubles son absorbidas del tracto gastrointestinal en la presencia de grasas, y pueden ser almacenadas en las reservas lipídicas corporales, siempre y cuando la ingesta en la dieta exceda las demandas metabólicas.

La acumulación de vitaminas liposolubles en el cuerpo, aumenta conforme incrementa su ingesta en la dieta, hasta un punto en que puede presentarse una condición de toxicidad (hipervitaminosis).

**Tabla No. 6 Clasificación de las vitaminas**

<b>Vitaminas hidrosolubles</b>	<b>Vitaminas liposolubles</b>
Tiamina (Vitamina B1)	Retinol (Vitamina A)
Riboflavina (Vitamina B2)	Colecalciferol (Vitamina D3)
Piridoxina (Vitamina B6)	Tocoferol (Vitamina E)
Acido pantoténico	Filoquinona (Vitamina K)
Acido nicotínico (Niacina)	
Biotina	
Acido fólico	
Cianocobalamina (Vitamina B12)	
Inositol	
Colina	
Asido ascórbico (Vitamina C)	

### **Patologías causadas por vitaminas**

#### **Deficiencias vitamínicas**

Bajo condiciones controladas en laboratorio, se ha reportado los siguientes síntomas anatómicos causados por deficiencias vitamínicas:

**Tabla No. 7 Síntomas por deficiencia de vitaminas**

<b>Vitamina/especies</b>	<b>Síntomas por deficiencia</b>
<b><u>VITAMINA C</u></b> <b>Tilapia</b>	Escoliosis lordosis, reducción en el crecimiento y curación de heridas, hemorragias internas y externas, desgaste de aleta caudal, anemia, reducción en la eclosión de huevecillos.
<b><u>VITAMINA E</u></b> <b>Tilapia (O. niloticus)</b>	Anorexia, reducción en el crecimiento, eficiencia alimenticia, mortalidad (poca)

#### **Toxicidad por vitaminas**

En contraste con las vitaminas hidrosolubles los peces acumulan las vitaminas liposolubles, cuando la ingesta dietética excede la demanda metabólica. Bajo ciertas circunstancias, la acumulación puede ser muy elevada y conducir a condiciones tóxicas (hipervitaminosis). Aunque es muy poco probable que esto suceda bajo condiciones de un cultivo comercial; sin embargo la hipervitaminosis se puede inducir experimentalmente en los peces. Los signos de toxicidad que se han reportado incluyen:

**Tabla No. 8 Toxicidad por vitaminas**

Vitamina	Toxicidad
General	Disminución en el crecimiento, reacción tóxica en el hígado, mortalidad.

### 3.5 Minerales

Existen aproximadamente 20 ó más elementos minerales que son considerados como esenciales para la vida animal, incluyendo los peces.

#### Los elementos minerales esenciales

Se clasifican en dos principales grupos, acorde a su concentración en el cuerpo animal; los macroelementos y los microelementos.

**Tabla No. 9 Macrominerales y microminerales**

Macrominerales		Microminerales			
Principales cationes	Principales aniones	Cobalto	Hierro (Fe)	Manganeso	Cromo (Cr)
Calcio (Ca)	Fósforo (P)	(Co)	Vanadio (V)	(Mn)	Yodo (I)
Magnesio	Cloro (Cl)	Níquel (Ni)	Cobre (Cu)	Molibdeno (Mo)	
(Mg)	Azufre (S)	Estaño (Sn)	Flúor (F)	Silicio (Si)	
Sodio (Na)		Selenio (Se)		Zinc (Zn)	
Potasio (K)					

#### Funciones generales

La función general de los minerales y elementos traza, se puede resumir como sigue:

- 1) Los minerales son constituyentes esenciales de las estructuras esqueléticas, tales como huesos y dientes.
- 2) Intervienen en el mantenimiento de la presión osmótica y consecuentemente, regulan el intercambio de agua y solutos dentro del cuerpo animal.
- 3) Sirven como constituyentes estructurales de tejidos blandos.
- 4) Son esenciales para la transmisión de los impulsos nerviosos y para las contracciones musculares.
- 5) Juegan un papel vital en el equilibrio ácido-base corporal y consecuentemente regulan el pH de la sangre y otros fluidos corporales.
- 6) Sirven como constituyentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas, hormonas y pigmentos respiratorios, o como cofactores en el metabolismo, catálisis y como activadores enzimáticos.



## **IV Energía**

La energía es definida como la capacidad para realizar trabajo y es obtenida por los animales al catabolizar los diferentes nutrientes constitutivos de su dieta como son los carbohidratos, lípidos y proteínas. La energía es un componente esencial para el mantenimiento de los procesos vitales como son el metabolismo celular, crecimiento, reproducción y actividad física.

### **4.1 Factores que influyen en el requerimiento energético de peces**

1) La temperatura del agua (La tasa metabólica y consecuentemente los requerimientos de energía para el mantenimiento aumentarán con un incremento en la temperatura; Brett and Groves, 1979), citado por Tacon 1989.

2) El tamaño del animal (La tasa metabólica y consecuentemente los requerimientos de energía para el mantenimiento disminuirán al aumentar el tamaño de los animales; Brett and Groves, 1979) citado por Tacon 1989.

3) El estado fisiológico (los requerimientos energéticos aumentan durante los períodos de producción gonádica y actividad reproductiva, tal como la migración reproductiva; Wootton, 1985) citado por Tacon 1989.

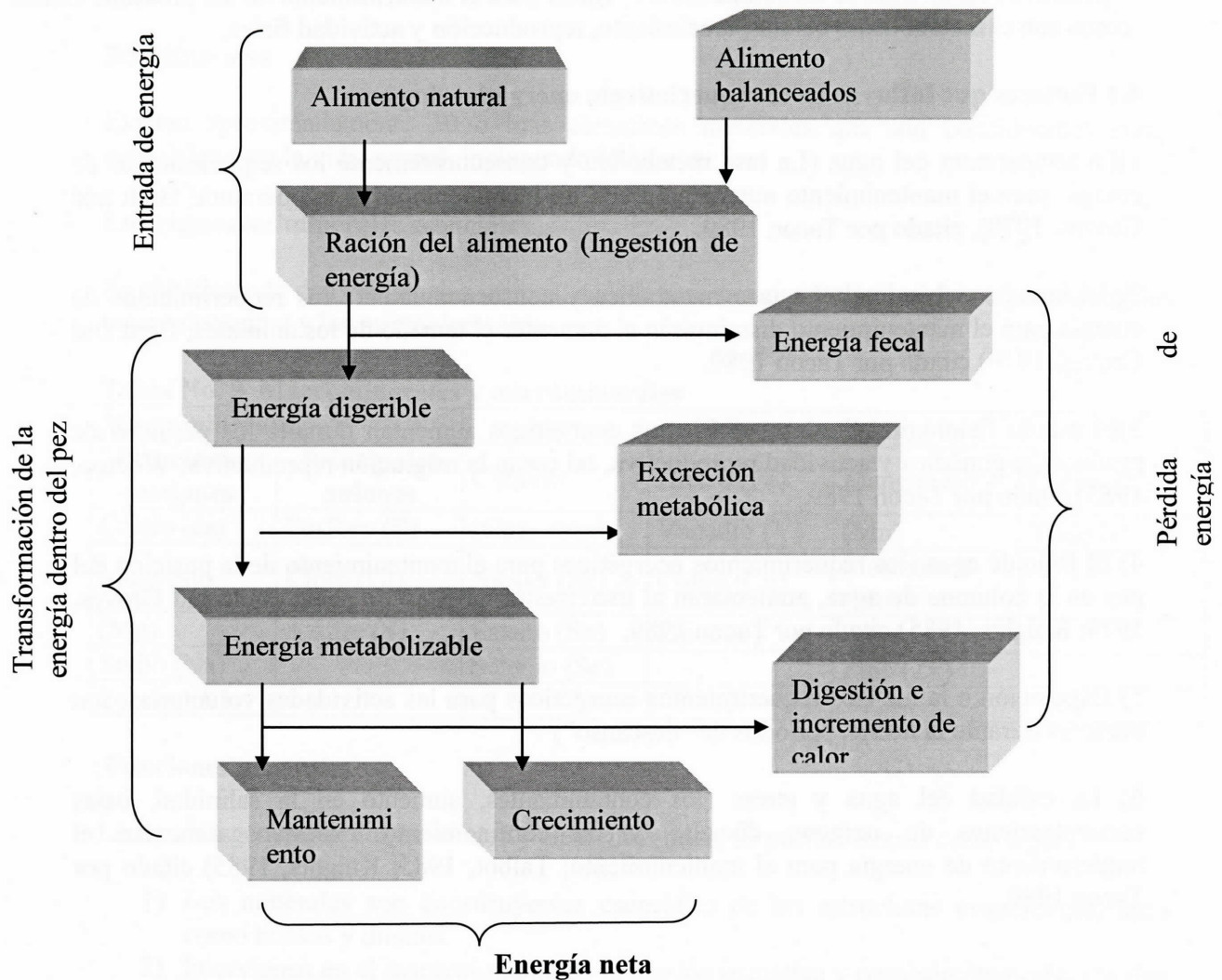
4) El flujo de agua (los requerimientos energéticos para el mantenimiento de la posición del pez en la columna de agua, aumentarán al incrementar el flujo de agua; Brett and Groves, 1979; Knights, 1985) citado por Tacon 1989.

5) Exposición a la luz (los requerimientos energéticos para las actividades voluntarias, son menores durante la noche, períodos de “descanso”)

6) La calidad del agua y stress (los contaminantes, aumento en la salinidad, bajas concentraciones de oxígeno disuelto y un confinamiento excesivo aumentan el requerimiento de energía para el mantenimiento; Talbot, 1985; Knights, 1985) citado por Tacon 1989.



## 4.2 Diagrama de transformación y pérdida de energía en los peces



### Metabolismo

En un proceso biológico de obtención de energía de los organismos, producto de la oxidación de los alimentos.

### Requerimiento para mantenimiento:

Es la cantidad mínima de un alimento que un pez debe ingerir para realizar sus procesos metabólicos esenciales manteniendo su peso corporal.

**Energía Digerible:** Es parte de la energía del alimento que el pez absorbe.

**Energía Metabolizable:** es la energía asimilada en el cuerpo del pez.

### **Metabolismo de mantenimiento**

Los peces requieren cierta cantidad de energía para los procesos vitales, como circulación sanguínea, respiración, osmorregulación, desplazamiento en el agua y otras funciones.

### **Razones por la que los peces tienen un requerimiento menor que los animales terrestres**

- Los peces no necesitan mantener una temperatura corporal constante
- Excretan nitrógeno como amoníaco por lo cual gastan menos energía
- Ejercen menor antigravitacional

### **Crecimiento**

El crecimiento de los peces depende de el tamaño de la ración y el pesos corporal.

## **V Estrategias de alimentación**

Los alimentos y la alimentación de peces cultivados se pueden ver desde cuatro niveles básicos de manejo.

### **5.1 Sin fertilización o alimento suplementario**

Esta estrategia de alimentación se emplea generalmente en sistemas de cultivo extensivo con bajas densidades de carga.

Son sistemas básicos de cultivo, donde el crecimiento de peces depende totalmente del consumo de animales vivos y plantas, presentes en forma natural dentro de los cuerpos de agua. Así el crecimiento de los peces variará según la productividad natural del cuerpo de agua, y de la densidad y biomasa total de las especies cultivadas presentes en el estanque; el crecimiento de los peces se incrementa con el aumento de la productividad natural y decrece al aumentar la densidad de carga.

### **Fertilización**

Los compuestos químicos y/o compuestos orgánicos-inorgánicos (denominados fertilizantes) se agregan al estanque, con el objeto de incrementar la producción del alimento vivo, animales y plantas, que se encuentran presentes en forma natural, con ello se aumenta la producción de peces y camarones y la capacidad de cultivo del sistema.

Los fertilizantes sirven como el primer recurso esencial de nutrientes para la cadena de alimentación natural residente dentro del cuerpo de agua.

## **Fertilizantes orgánicos**

Se incluyen los excrementos de animales (aplicados a mano o a través de la integración de ganado a los sistemas de cultivo), los fertilizantes verdes (desechos de plantas verdes recién cortadas), y los subproductos de la agricultura frescos o ensilados. Este tipo de estrategia de alimentación es típica de un sistema extensivo y semi intensivo.

## **5.2 Alimentación con dietas suplementarias - Cultivo semi-intensivo**

Esta estrategia de alimentación es típica de un sistema de cultivo semi-intensivo.

Cuando la densidad de los peces, así como los requerimientos de producción, son tales que la productividad del cuerpo del agua por sí solo no puede sostener o no sostiene en forma adecuada el crecimiento de los animales, entonces se hace necesario el suministro de una dieta suplementaria que pueda ser ofrecida en forma directa como un recurso suplementario de nutrientes para el cultivo.

En este sistema, los requerimientos dietéticos de los organismos en cultivo son satisfechos por una combinación de alimento natural y alimento suplementario.

## **5.3 Alimentos suplementarios**

Consisten de subproductos animales o vegetales de bajo costo y pueden involucrar el uso de un sólo producto en forma fresca o en forma no procesada (desperdicios de molinos, cascarillas de arroz), o bien el uso de una combinación de diferentes materiales alimenticios en forma de mezclas o procesados como un pelet.

Aún cuando los alimentos suplementarios son usados como un recurso directo de nutrientes para las especies en cultivo, cuando éstos productos son usados en exceso existe también un efecto de fertilización al cuerpo de agua. Con esta estrategia de alimentación, es posible tener altas densidades de carga en el estanque y en consecuencia obtener altas producciones por unidad de superficie.

## **5.4 Alimentación con dietas completas- Cultivo intensivo.**

En vista de las altas densidades de siembra de peces generalmente empleadas con esta estrategia de alimentación, se asume que la productividad natural del estanque, no proporciona ningún beneficio a este tipo de cultivo

En contraste a las estrategias anteriores, la alimentación con dietas completas, implica la provisión externa de un alimento de alta calidad nutricionalmente completo, que tenga un perfil de nutrientes predeterminado. Tradicionalmente las dietas completas toman la forma de un pelet seco o húmedo que consiste en la combinación de diferentes ingredientes, cuyo contenido de nutrientes totales se asemeja a los requerimientos dietéticos conocidos para los peces, bajo condiciones de máximo crecimiento. De manera alternativa, las dietas



completas pueden consistir de un sólo tipo de alimento con alto valor nutricional (por ejemplo: pescado de segunda, alimento vivo cultivado - nauplios de artemia), o bien, una combinación de ambos.

### **Actividad de cultivo de subsistencia-autoconsumo**

El objetivo de una granja rural de subsistencia es la de producir peces para el autoconsumo, usando recursos disponibles localmente a un costo mínimo.

La unidad de producción generalmente consiste de un solo estanque de tierra de 100m<sup>2</sup>, operado por el propietario o por sus familiares. Aquí, la actividad de cultivo se lleva a cabo en la base de tiempo parcial, con recursos económicos muy escasos que limitan principalmente la construcción del estanque y la compra de crías, de fertilizantes, alimentos y equipo para cultivo.

Debido a estas restricciones, el cultivador emprende el cultivo de especies de peces que requieran poco o ningún manejo diario, que sean tolerantes a frecuentes condiciones de baja calidad de agua, y especies que se puedan alimentar en los niveles bajos de la cadena alimenticia, de tal manera que puedan hacer un uso máximo del alimento natural del estanque y de subproductos agrícolas de baja calidad.

Por todo lo anterior, las actividades de cultivo rural están generalmente restringidas al cultivo en estanques de especies de peces herbívoros u omnívoros, en sistemas extensivos o semi intensivos.

En base a estas restricciones, es claro que la estrategia de alimentación se debe implementar con un mínimo o sin costo para el que cultiva, debe ser simple para operar y manejarse y que solamente se requiera tiempo parcial. De las cuatro estrategias de alimentación mencionadas anteriormente, se cree que la más apropiada para un sistema rural o de subsistencia, es una estrategia de alimentación semi- intensiva de bajo costo, donde se use una combinación de fertilización del estanque con abonos orgánicos (tanto por aplicación directa o con ensilados, o a través de la integración con la ganadería) y alimentación suplementaria con subproductos agrícolas.

Esta estrategia de alimentación deberá tener la flexibilidad necesaria para que los peces crezcan sin depender de un recurso alimenticio en particular, sino más bien de una combinación de ellos (alimento natural en el estanque y alimento artificial suplementario).

Es esencial que la estrategia de alimentación seleccionada tenga esta flexibilidad en los fertilizantes, alimento y mano de obra, de tal manera que puedan variar en la estación de crecimiento, dependiendo de la disponibilidad y del estado financiero del que cultiva.

### **Nivel y frecuencia de alimentación**

En contraste con la alimentación con dietas completas, no existen tablas **universales** para usarse con alimentos suplementarios; las tablas de alimentación para estas dietas varían con la composición del alimento utilizado, disponibilidad de alimento natural, calidad del agua



(concentración de oxígeno disuelto y temperatura de agua), así como las especies de peces, su edad, densidad de siembra y carga.

Puesto que el alimento natural juega un papel gradualmente menor en la nutrición de especies en cultivo, conforme se aumenta la densidad de carga del estanque con el tiempo, esto significa que la proporción de alimento suplementario suministrado/unidad de peso corporal, debe de ser gradualmente incrementada durante el curso del ciclo de cultivo.

## **VI Formulación**

El principal objetivo de la formulación es proporcionar a través del alimento los nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales en las deferentes etapas de desarrollo de los organismo.

Para establecer la composición básica de un alimento, la principal información necesaria son los requerimientos de proteína, lípidos, las concentraciones de fibra y cenizas.

Los alimentos deben complementarse con premezclas de vitaminas y minerales en concentraciones que excedan los requerimientos.

### **6.1 Métodos mas usados para balacear proteína**

- Cuadrado de Pearson
- Ecuaciones algebraicas.

### **6.2 Ejemplo de balance de un alimento**

Para balancear un alimento complementario con un requerimiento de proteína de 25%, utilizando solo dos ingredientes harina de maíz (8% de proteína) y harina de pescado (50% de proteína) .

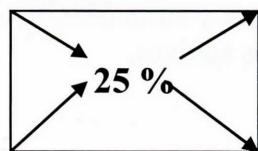
**Se procede dela siguiente manera:**

- 1) Se dibuja un cuadrado.
- 2) Se coloca la concentración de proteína requerida en el centro del cuadrado.
- 3) Se coloca en los vértices del lado izquierdo el contenido de proteína de los ingredientes.
- 4) Las concentraciones de proteína de cada ingrediente, se restan del requerimiento de proteica del alimento.
- 5) Las diferencias se colocan en los vértices de la derecha diagonalmente opuestos al ingrediente correspondiente.
- 6) Se omite el signo positivo o negativo.

### 6.3 Cálculos

Harina  
de pescado 50 %

Harina  
de maíz 8 %



17 p artes de harina pescado

25 partes de harina de maíz

**42 partes (suma de las partes)**

Se fórmula en porcentaje (%) al finalizar se debe tener un 100%

$$\frac{17}{42} \times 100 = 40.48 \% \text{ de harina de pescado}$$

42

$$\frac{25}{42} \times 100 = 59.52 \% \text{ de harina de pescado}$$

42

**Verificamos la fórmula**

Ingredientes	Composición de proteína de los ingredientes	% de los ingredientes	Aporte de proteína en %
Harina de pescado	50 %	40.48	20.24
Harina de maíz	8%	59.52	4.76
<b>Total</b>		<b>100 %</b>	<b>25%</b>

**Harina de pescado:**

$$\begin{array}{ccc} 50 & \longrightarrow & 100 \% \\ X & \longleftarrow & 40.48\% \end{array} \quad X = 20.24\%$$

**Harina de maíz:**

$$\begin{array}{ccc} 8 & \longrightarrow & 100 \% \\ X & \longleftarrow & 59.52\% \end{array} \quad X = 4.76\%$$

## **VII Manejo y Almacenamiento del Alimento**

El alimento para contiene una serie de ingredientes y sustancias, que fácilmente se pierden su efectividad, como en el caso de las vitaminas y otros aditivos.

### **7.1 Chequeo de la Calidad del Alimento**

El alimento debe ser evaluado organolépticamente al entrar al área de almacenamiento, tomando muestras al azar para detectar humedad excesiva y la presencia de moho. Si el alimento que llega esta húmedo pero no esta con moho verde-café, podrá asumirse que la humedad excesiva ocurrió durante su transporte.

El alimento húmedo debe usarse inmediatamente. Si este alimento húmedo es almacenado se contamina de moho y tendrá que ser desechado. Cualquier saco de alimento que llegue contaminado con moho de la fabrica debe ser regresado dentro de 24 horas. El alimento peletizado que tenga la superficie mohosa no debe ser aplicado en el estanque.

### **7.2 Guías para Mantener la Calidad del Alimento:**

1. Los alimentos deben ser almacenados en un lugar seco, fresco y bien ventilado. El deterioro podría ocurrir inmediatamente si los alimentos se humedecen.
2. Los alimentos deben de almacenados sobre tarimas de madera y estibarse con no más de 5 bolsas de altura. Esto asegura la adecuada circulación del aire entre las bolsas de alimento.
3. Los alimentos no deben ser almacenados a la luz directa del sol. Esto crea cambios de temperatura en el alimento (día vs noche) lo que propicia el deterioro como es el caso de las grasa que se oxidan y se crea un olor a rancio, también afecta las vitaminas.
4. Los alimentos no deberán ser almacenados por más de tres meses a partir de la fecha de su procesado. La calidad de las vitaminas y los lípidos se deteriora con el tiempo.
5. No deben usarse alimentos viejos o deteriorados. La pérdida económica puede ser mayor que el de desechar el alimento.

## **VIII Bibliografía**

1. Tacon Abert.1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S03.htm#ch5>.
2. Pillay 1997. Acuicultura principios y prácticas.Editorial LIMUSA.

3. Hepher Balfour. 1988. Nutrición de peces comerciales en estanques.
4. Gunther Jorge. Sin fecha. Nutrición de peces con mención especial en tilapia. Universidad Nacional de Heredia